Lección 3: Sistema de Arranque

Introducción

El sistema de arranque convierte la energía eléctrica de la batería en energía mecánica para arrancar el motor. Esta lección explica y describe los componentes del sistema de arranque. También se verán las pruebas realizadas al sistema de arranque.

Objetivos

Al terminar esta lección, el estudiante podrá:

Demostrar que conoce la operación del sistema de arranque seleccionando las respuestas correctas en un examen de selección múltiple.

Dados un equipo de capacitación o una máquina y las herramientas apropiadas, hacer las pruebas al circuito de arranque y responder correctamente las preguntas de la práctica acerca de las pruebas realizadas.

Dados un motor de arranque y un multímetro digital, hacer las pruebas de los componentes eléctricos del motor de arranque en el banco de pruebas y responder correctamente las preguntas de la práctica acerca de las pruebas realizadas.

Material de referencia

Artículo de Información Técnica “Limitaciones en el tiempo de arranque del motor”, marzo 27 de 1989
Video “Prueba de arranque en el motor” SEVN1592

Herramientas

8T0900 Amperímetro de inserción
9U7330 Multímetro digital

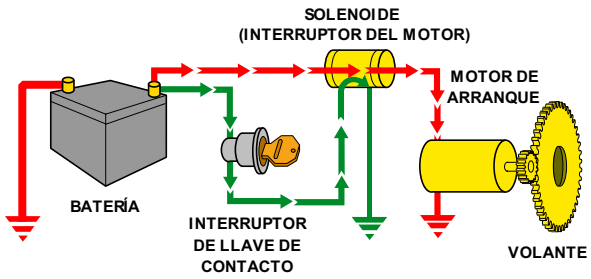

Fig. 4.3.1 Circuito de arranque básico

Funcionamiento del sistema de arranque

Un sistema de arranque básico consta de cuatro partes:

- Batería: Suministra la energía al circuito.

- Interruptor de llave de contacto: Activa el circuito.

- Solenoide (interruptor del motor): Engrana el mando del motor de arranque con el volante.

- Motor de arranque: Impulsa el volante para arrancar el motor.

Cuando se activa el interruptor de llave de contacto, fluye una pequeña cantidad de corriente desde la batería hasta el solenoide y de regreso a la batería a través del circuito a tierra.

El solenoide cumple dos funciones: acopla el piñón con el volante y cierra el interruptor dentro del solenoide entre la batería y el motor de arranque, cerrando el circuito y permitiendo que la corriente fluya al motor de arranque.

El motor de arranque toma la energía eléctrica de la batería y la convierte en energía mecánica giratoria para arrancar el motor. El proceso es similar al de otros motores eléctricos. Todos los motores eléctricos producen una fuerza de giro por acción de los campos magnéticos dentro del motor.

Debido a que la batería es una pieza fundamental de todo el sistema eléctrico, se trató con profundidad en la Lección 1 de la Unidad 4. En esta lección veremos los otros elementos del sistema de arranque comenzando con el motor de arranque.

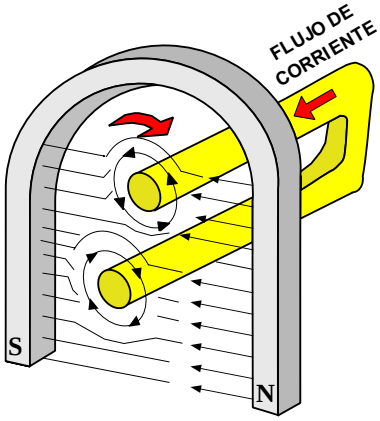

Fig. 4.3.2 Fuerzas en una bobina

Motor de arranque

Antes de ver los principios de operación básica de los motores de arranque, revisemos algunas reglas básicas acerca del magnetismo:

- Los polos iguales se repelen; los polos opuestos se atraen.

- Las líneas de flujo magnético son continuas y ejercen una fuerza.

- Los conductores que transportan corriente tienen un campo magnético que rodea el conductor en un sentido, determinado por el sentido del flujo de corriente.

Recuerde, si una corriente pasa a través de un conductor se formará un campo magnético. Un imán permanente tiene un campo magnético entre los dos polos. Cuando un conductor que transporta corriente se coloca en un campo magnético permanente, se ejercerá una fuerza en el conductor, debido al campo magnético. Si el conductor se dispone en forma de bucle y se coloca en el campo magnético, el resultado es el mismo. Si el flujo de corriente de la bobina está en sentido opuesto, un lado será forzado hacia arriba, mientras el otro lado será forzado hacia abajo, produciendo en la bobina un efecto de torsión o par.

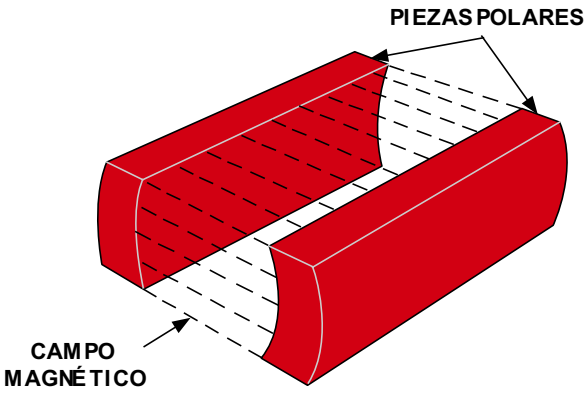

Fig. 4.3.3 Piezas polares

Principios del motor de arranque

Las piezas polares del conjunto del bastidor de campo pueden compararse con los extremos de un imán. El espacio entre los polos es el campo magnético.

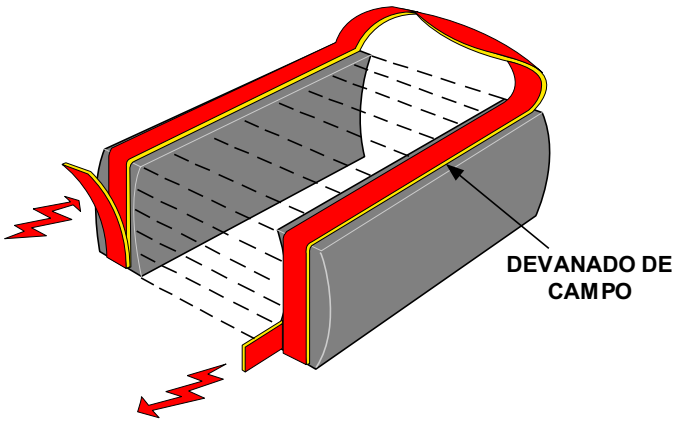

Fig. 4.3.4 Devanado de campo

Si un cable con corriente llamado devanado de campo se enrolla alrededor de las piezas polares, aumenta la fuerza del campo magnético entre los polos.

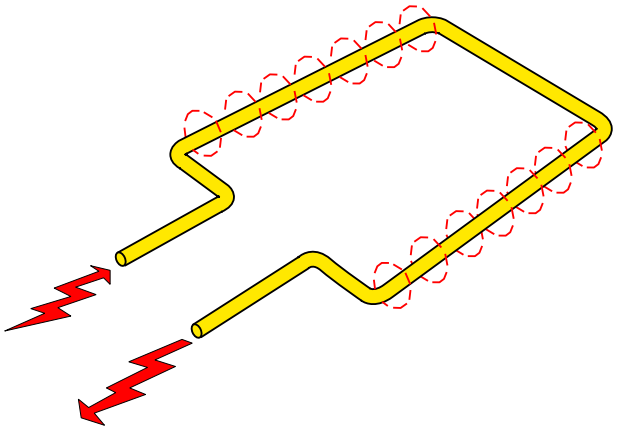

Fig. 4.3.5 Bucle de cable

Si conectamos la corriente de la batería a un bucle de cable, también se formará un campo magnético alrededor del cable.

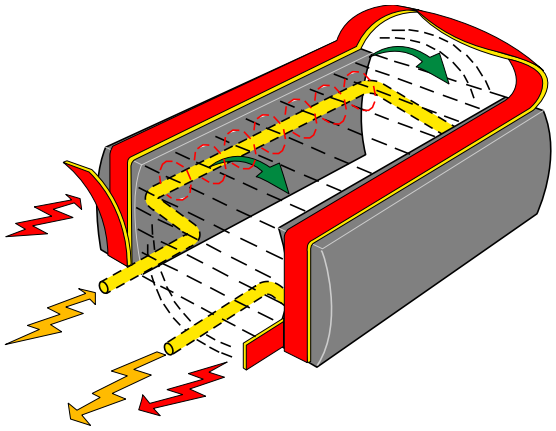

Fig. 4.3.6 Bucle de cable en un campo magnético

Si un bucle de cable se coloca en un campo magnético entre las dos piezas polares y se pasa corriente a través del bucle, se crea un inducido simple. El campo magnético alrededor del bucle y el campo entre las piezas polares se repelen, lo que hace que el bucle gire.

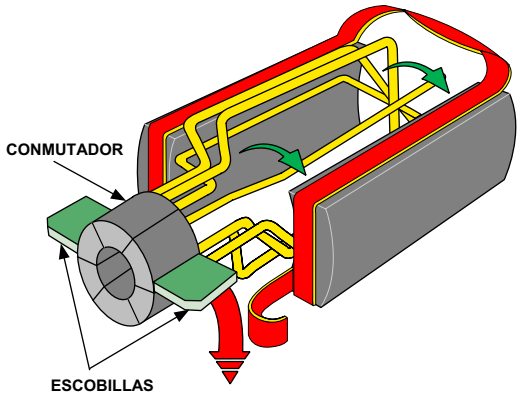

Fig. 4.3.7 Inducido simple

Un conmutador y algunas escobillas se usan para mantener el motor eléctrico girando, al controlar la corriente que pasa a través del bucle de cable. El conmutador sirve como una conexión eléctrica conmutable entre el bucle de cable y las escobillas. El conmutador tiene varios segmentos, aislados unos de otros.

Las escobillas se montan sobre el conmutador y se deslizan sobre él para transportar la corriente de la batería a los bucles de cables que giran. A medida que los bucles de cable giran lejos de las zapatas polares, los segmentos del conmutador cambian las conexiones eléctricas entre las escobillas y los bucles de cable. Esto invierte el campo magnético alrededor de los bucles de cable. El bucle de cable es empujado nuevamente y pasa a la otra pieza polar. El cambio constante de conexión eléctrica mantiene el motor girando. Se realiza una acción de empujar y jalar alternadamente, a medida que cada bucle se mueve alrededor dentro de las piezas polares.

Para aumentar la potencia del motor y la uniformidad se usan varios bucles de cable y un conmutador con varios segmentos. Cada bucle de cable se conecta a su propio segmento en el conmutador para proporcionar flujo de corriente a través de cada bucle de cable cuando las escobillas tocan cada segmento. A medida que el motor gira, los bucles de cable contribuyen al movimiento para producir una fuerza de giro continua y uniforme.

Fig. 4.3.8 Inducido

Un motor de arranque, a diferencia de un motor eléctrico, debe producir un par muy alto y alta velocidad relativa. Por tanto, es necesario un sistema que sostenga los bucles de cable y aumente la fuerza del campo magnético producido en cada bucle.

Un inducido del motor de arranque consta de un eje del inducido, un núcleo del inducido, un conmutador y los devanados del inducido (bucles de cable). El eje del motor de arranque mantiene en su lugar el inducido, a medida que gira dentro de la caja del motor de arranque. El conmutador se monta en un extremo del eje del inducido. El núcleo del inducido mantiene los devanados en su lugar. El núcleo está hecho de hierro para aumentar la fuerza del campo magnético producido por los devanados.

Fig. 4.3.9 Devanados de campo

Un devanado de campo es un enrollado de cables aislados y estacionarios, de forma circular, que crea un fuerte campo magnético alrededor del inducido del motor. Cuando fluye la corriente a través del devanado de campo, el campo magnético entre las piezas polares aumenta en gran cantidad. Este campo puede ser de 5 a 10 veces el campo del imán permanente. A medida que el campo magnético entre las zapatas polares actúa contra el campo producido por el inducido, el motor gira con potencia adicional.

Características del motor de arranque

Los motores de arranque son motores eléctricos de trabajo intermitente de alta capacidad, que se comportan con características específicas cuando están en operación:

Si se requieren para energizar ciertos componentes mecánicos (o carga), los motores eléctricos consumirán cantidades específicas de potencia en vatios.

Si se quita la carga, la velocidad aumenta y la corriente disminuye.

Si la carga aumenta, la velocidad disminuye y la corriente aumenta, lo que permite baja resistencia y alto flujo de corriente.

La cantidad de par producida por un motor eléctrico aumenta a medida que aumentan los amperios que fluyen a través del motor eléctrico. El motor de arranque está diseñado para operar por cortos períodos de tiempo con carga extrema. El motor de arranque produce, para su tamaño, una potencia muy alta.

La Fuerza Contraelectromotriz (CEMF) es la responsable de los cambios en los flujos de corriente a medida que cambia la velocidad del motor de arranque. La CEMF aumenta la resistencia del flujo de corriente desde la batería, a través del motor de arranque, a medida que aumenta la velocidad del motor de arranque. Esto ocurre, porque a medida que los conductores del inducido son forzados a girar, se cortan a través del campo magnético creado por los devanados de campo. Esto induce un contravoltaje en el inducido que actúa contra el voltaje de la batería, este contravoltaje aumenta a medida que la velocidad del inducido aumenta. Este contravoltaje actúa como control de velocidad y evita el funcionamiento a velocidad libre alta.

Aunque la mayoría de los motores eléctricos tienen alguna forma de dispositivo de protección a la corriente del circuito, no la tienen la mayoría de los motores de arranque. Algunos motores de arranque tienen protección térmica por medio de un interruptor termostático sensible al calor. El interruptor termostático se abre cuando la temperatura sube, debido a un giro excesivo del motor de arranque, y se reajusta automáticamente cuando se enfría. Los motores de arranque se clasifican como motores de operación intermitente. Si fueran motores de operación continua, necesitarían tener el tamaño de un motor diesel. Debido al alto par que se necesita en un motor de arranque, durante la operación se produce una gran cantidad de calor. La operación prolongada del motor de arranque causará daño interno debido al alto calor producido. Todas las partes de un circuito eléctrico de un motor de arranque son muy pesadas para poder manejar el alto flujo de corriente asociado con su funcionamiento.

Si cargas más altas requieren mayor potencia para operar, entonces cada motor de arranque debe tener suficiente par, con el fin de proporcionar la velocidad de giro necesaria para arrancar el motor. Esta potencia está relacionada directamente con la fuerza del campo magnético, ya que la fuerza del campo es la que crea la potencia.

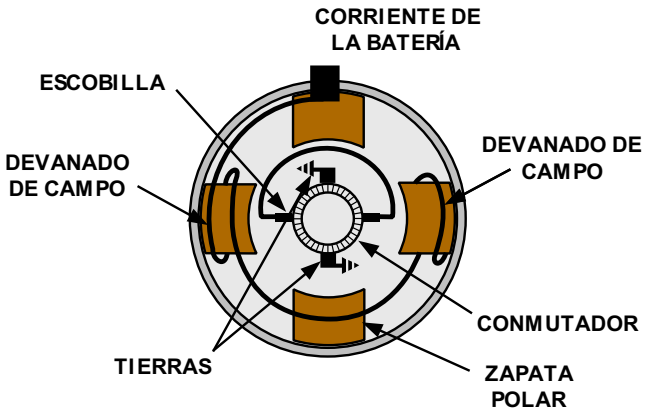

Fig. 4.3.10 Circuitos del motor de arranque

Como ya se describió, los motores de arranque tienen una parte estacionaria (devanado de campo) y una parte en rotación (el inducido). Los devanados de campo y el inducido están generalmente conectados juntos, de modo que toda la corriente que entra al motor pasa por el campo y el inducido. Este es el circuito del motor de arranque.

Las escobillas proporcionan un método de transporte de la corriente desde el circuito externo (devanados de campo) al circuito interno (devanados del inducido).

Las escobillas están contenidas en los portaescobillas. Normalmente, la mitad de las escobillas están a tierra a un extremo del bastidor, y la otra mitad están aisladas y conectadas a los devanados de campo.

Los campos de los motores de arranque pueden cablearse juntos en cuatro diferentes configuraciones para proporcionar la fuerza de campo necesaria:

- En serie
- Compuesta (derivador de corriente)
- En paralelo
- En serie-paralelo

Los motores de arranque con devanados en serie (figura 4.3.10) pueden producir un par de salida inicial muy alto cuando se conectan por primera vez. Este par disminuye entonces a través de la operación debido a la fuerza contraelectromotriz, la cual disminuye el flujo de corriente, ya que todos los devanados están en serie.

Los motores compuestos tienen tres devanados en serie y un devanado en paralelo. Esto produce un par inicial bueno para el arranque y la ventaja de algunos ajustes de carga debido al devanado en paralelo. Este tipo de motor de arranque también tiene la ventaja de controlar la velocidad debido al campo en paralelo.

Los motores de arranque con devanados en paralelo proporcionan un flujo de corriente alta y par alto al dividir los devanados en serie en dos circuitos en paralelo.

Los motores de arranque en serie-paralelo combinan las ventajas tanto de los motores en serie como de los de paralelo.

La mayoría de los motores de arranque tienen cuatro campos y cuatro escobillas. Los motores de arranque que producen un par muy alto pueden tener hasta seis campos y seis escobillas, mientras que algunos motores de arranque para trabajo liviano pueden tener sólo dos campos.

La mayoría de los motores de arranque para trabajo pesado no están a tierra por medio de la caja del motor de arranque. Este tipo de motor de arranque está a tierra a través de un terminal aislado que debe conectarse a la tierra de la batería para que el motor de arranque funcione. Un cable a tierra para el solenoide y otros dispositivos eléctricos del motor deben también conectarse al terminal a tierra del motor de arranque para tener una operación eléctrica apropiada.

Fig. 4.3.11 Mando del motor de arranque

Hasta aquí hemos visto los componentes eléctricos del motor de arranque. Después de que la potencia eléctrica se transmite al motor de arranque, se necesitan algunos tipos de conexiones para poner esta energía a trabajar. El mando del motor de arranque hace que se pueda usar la energía mecánica producida por el motor de arranque.

Aunque el par producido por el motor de arranque es alto, no puede arrancar el motor directamente. Deben usarse otros medios para proporcionar tanto la velocidad de giro adecuada como el par necesario para el arranque.

Para proporcionar el par adecuado para el arranque del motor, se modifica la velocidad del motor de arranque mediante la relación entre el engranaje del piñón del motor de arranque y el volante del motor. Esta relación varía entre 15:1 y 20:1. Por ejemplo, si el engranaje del mando del motor de arranque tiene 10 dientes, la corona puede tener 200 para proporcionar una relación de 200:10 ó 20:1.

Mecanismos del mando del motor de arranque

Si el motor de arranque permitiera conectar el volante después de que el motor arranca, el inducido se dañaría debido a la alta velocidad producida cuando aumentan las rpm del motor. A velocidad muy alta, el inducido dañaría los devanados debido a la fuerza centrífuga.

El engranaje que conecta e impulsa el volante se llama engranaje de piñón. Del modo como se conecte el engranaje del piñón del motor de arranque con la corona del volante depende el tipo de mando usado.

Los engranajes de piñón del motor de arranque y su mecanismo de mando pueden ser de dos tipos:

- Mando de inercia
- Embrague de sobrevelocidad

Los mandos de inercia son accionados por una fuerza de giro cuando el inducido gira. Este tipo de mando se conecta después de que el motor comienza a moverse. El manguito del mando tiene un tornillo enroscado de paso grueso conectado al mando, el cual se ajusta a la rosca dentro del piñón.

A medida que el motor comienza a girar, la inercia creada en el mando hace que el piñón se mueva a través de la rosca hasta que se conecte con la corona del volante. Usted puede imaginar esta acción como cuando gira una tuerca pesada en un perno y viendo cómo cambia el movimiento giratorio a movimiento lineal a medida que la tuerca se mueve hacia arriba y hacia abajo.

Una desventaja de los motores de arranque por inercia es que el piñón no se conecta completamente antes de que el motor de arranque comience a girar. Si el mando no se conecta con el volante, el motor de arranque girará a alta velocidad sin arrancar el motor y si el piñón arrastra, golpeará el engranaje con tal fuerza que dañará los dientes.

Fig. 4.3.12 Embrague de sobrevelocidad

El mando con embrague de sobrevelocidad es el tipo más común de mando de embrague. El mando de embrague de sobrevelocidad requiere una palanca para mover el piñón al engrane con la corona del volante. El piñón se conecta con la corona del volante antes de que comience a girar el inducido.

Con este tipo de sistema de mando, debe usarse otro método para prevenir la sobrevelocidad del inducido. Una palanca empuja el mando hacia afuera para desconectarlo, mientras que un embrague de sobrefuncionamiento previene la sobrevelocidad.

El embrague de sobrefuncionamiento traba el piñón en un sentido y lo desconecta en el otro sentido. Esto permite que el engranaje de piñón gire la corona del volante para el arranque. También permite que el engranaje del piñón se desconecte del volante cuando el motor comienza a funcionar.

El embrague de sobrefuncionamiento consta de rodillos mantenidos en su posición por acción de resortes contra un embrague de rodillos. Este embrague de rodillos tiene rampas cónicas que permiten que el rodillo trabe el piñón al eje durante el arranque.

El par pasa a través de la caja del embrague y se transfiere por los rodillos al engranaje del piñón. Cuando el motor arranca y la velocidad del piñón de mando excede la velocidad del eje del inducido, los rodillos se empujan hacia abajo de las rampas y hacen que el piñón gire independientemente del eje del inducido. Una vez que el piñón de mando del motor de arranque se desconecta del volante, y no hay tensión de resorte en operación, forzará a los rodillos a entrar en contacto con las rampas para quedar listos para la siguiente secuencia de arranque. Hay varias tareas pesadas diseñadas para este mando.

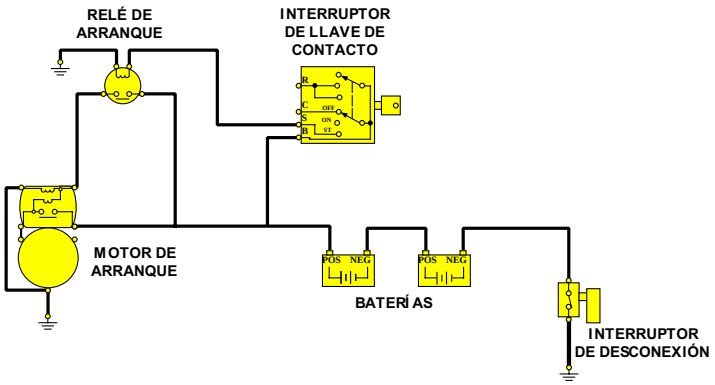

Fig. 4.3.13 Diagrama del sistema de arranque

Controles del circuito de arranque

El circuito de arranque contiene dispositivos de control y de protección. Todos ellos son necesarios para mantener la operación intermitente del motor de arranque y prevenir la operación durante algunas modalidades de operación de la máquina, por razones de seguridad. El circuito eléctrico del motor de arranque generalmente consta de los siguientes dispositivos:

- Batería
- Cables y conexiones
- Interruptor de llave de contacto
- Interruptor de seguridad neutral/interruptor de seguridad del embrague (si está equipado)
- Relé de arranque
- Solenoide de arranque

Batería

La batería suministra toda la energía eléctrica que hace que el motor de arranque arrancar el motor. Es importante que la batería esté completamente cargada y en buenas condiciones si se desea que el motor de arranque funcione con todo su potencial.

Conexiones

El flujo alto de corriente a través del motor de arranque requiere cables del tamaño adecuado que permitan una resistencia baja. En los circuitos en serie, cualquier resistencia extra en el circuito afectará la operación de la carga, debido a la reducción del flujo de corriente total en el circuito.

En algunos sistemas, los cables conectarán la batería al relé, y del relé, al motor de arranque, mientras que en otros sistemas el cable irá directamente de la batería al motor de arranque.

Los cables a tierra deben tener el tamaño adecuado para manejar el flujo de corriente. Todos los conectores y las conexiones del sistema del motor de arranque deben tener la más baja resistencia posible.

Interruptor de llave de contacto

El interruptor de llave de contacto activa el motor de arranque al proporcionar energía al relé de arranque desde la batería. Este puede operarse directamente con una llave o un botón, o en forma remota con una conexión desde un control activado con llave. El interruptor de llave de contacto puede montarse en el conjunto del tablero de instrumentos o en la columna de la dirección.

Fig. 4.3.14 Interruptor de llave de contacto

Interruptor de seguridad en neutral o interruptor de seguridad del embrague

Todos los vehículos están equipados con una transmisión automática o manual que requiere un interruptor de seguridad neutral que sólo permita el arranque en operación de estacionamiento o en neutral. Este interruptor puede montarse en la transmisión, en la palanca de cambios o en el varillaje. El contacto del interruptor está cerrado cuando el selector de la transmisión está en estacionamiento o en neutral y abierto cuando el selector de la transmisión está en cualquier velocidad.

Algunos vehículos pueden utilizar un interruptor de seguridad del embrague que está abierto cuando el embrague se encuentra en la posición conectada, y cerrado cuando el operador tiene pisado el pedal del embrague. Esto previene la operación del arranque cuando el embrague está conectado. Algunas transmisiones también usan un interruptor de engranaje en neutral que previene la operación de arranque, a menos que la transmisión esté colocada en la posición neutral.

Todos los interruptores de seguridad deben mantenerse en buenas condiciones de operación y nunca deben derivarse o quitarse.

Fig. 4.3.15 Relé de arranque

Relé de arranque

El relé de arranque (interruptor magnético) puede usarse en algunos sistemas de arranque. Está ubicado entre el interruptor de llave de contacto y el solenoide de arranque. Es un interruptor magnético activado por la energía suministrada por la batería a través del interruptor de llave de contacto. Los relés generalmente están ubicados lo más cerca posible entre el motor de arranque y la batería.

El relé del motor de arranque usa una corriente pequeña desde el interruptor de llave de contacto para controlar la corriente alta al solenoide de arranque, el cual reduce la carga en el interruptor de llave de contacto. Energizando los devanados del relé, hará que el émbolo sea empujado hacia arriba debido al magnetismo causado por el flujo de corriente a través de los devanados. Los discos de contacto también serán empujados hacia arriba y harán contacto con la batería y los extremos de los terminales del motor de arranque. La corriente fluirá desde la batería al solenoide de arranque.

Fig. 4.3.16 Solenoide del motor de arranque

Los solenoides combinan la operación de un interruptor magnético (relé) con la capacidad de realizar un trabajo mecánico (conectar el mando). El solenoide del motor de arranque produce un campo magnético que empuja el émbolo del solenoide y el disco dentro de los devanados de la bobina, lo cual completa el circuito del sistema de arranque. El solenoide se monta en el motor de arranque de modo que el varillaje pueda conectarse al mando del embrague de sobrefuncionamiento para conectar el mando.

Para una operación eficaz los solenoides contienen dos devanados diferentes. Cuando el interruptor de encendido se gira a la posición de arranque, la corriente desde la batería fluye a través de los devanados de tomacorriente y del devanado de retención de corriente. Estos devanados contienen muchas bobinas de cables, y producen un campo magnético fuerte para empujar el émbolo pesado hacia adelante y conectar el mando del motor de arranque.

Cuando el émbolo alcanza el final de su carrera a través del solenoide, conecta un disco de contacto que opera como un relé y permite que la corriente fluya al motor de arranque desde la batería. Esto también sirve para desconectar los devanados de tomacorriente del circuito y permite que la corriente fluya a través de los devanados de retención de corriente únicamente. Sólo se requiere el campo magnético débil creado por los devanados de retención de corriente para mantener el émbolo en posición. Esto reduce la cantidad de control de corriente requerida, elimina el calor producido y suministra más corriente al motor de arranque.

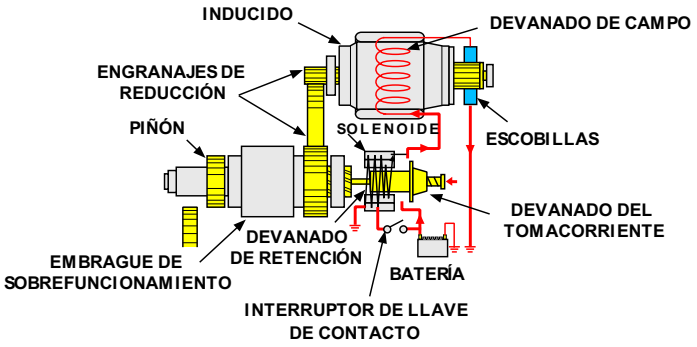

Fig. 4.3.17 Diagrama del circuito de arranque--Interruptor de llave de contacto cerrado

El sistema de arranque opera como sigue:

Cuando el interruptor de encendido se cierra, la corriente de la batería fluye en dos direcciones. La corriente fluye desde la batería hasta el interruptor de arranque y luego a los devanados de toma de corriente a los devanados de campo, el inducido, las escobillas y a tierra.

La activación de los devanados de tomacorriente y los devanados de retención de corriente producen fuerza magnética. La fuerza magnética empuja el émbolo hacia la izquierda, lo cual mueve el embrague de sobrefuncionamiento y el piñón hacia la corona del volante.

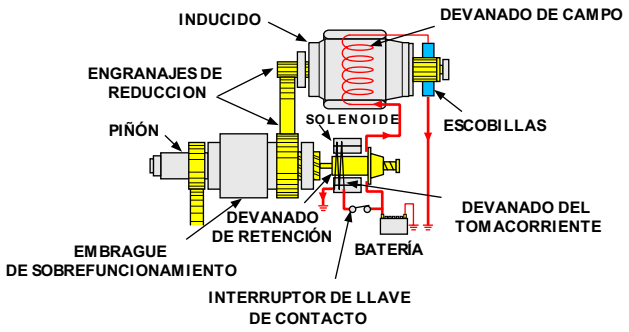

Fig. 4.3.18 Diagrama del circuito de arranque - Contacto del solenoide cerrado

Cuando el émbolo es empujado hacia la izquierda, los contactos del solenoide se cierran. En este punto, el piñón comienza a engranarse con la corona del volante, y los devanados del tomacorriente entran en cortocircuito, lo cual hace que el flujo de corriente pase a través de los contactos del solenoide a los devanados de campo, al inducido, y a las escobillas y a tierra. La corriente aun fluye a través de los devanados de retención de corriente a tierra. El motor de arranque se energiza, el piñón conecta la corona del volante y el motor comienza a girar. En este punto el émbolo se mantiene en posición adentro sólo por la fuerza magnética de los devanados de retención de corriente.

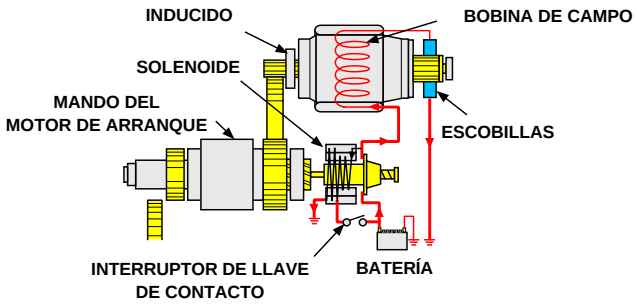

Fig. 4.3.19 Diagrama del circuito de arranque--Interruptor de llave de contacto desconectado

Tan pronto como el motor arranca, la corona del volante gira más rápido que lo que gira el motor de arranque. El embrague de sobrefuncionamiento rompe la conexión mecánica entre el embrague y el motor de arranque. Cuando el interruptor de encendido se desconecta, el flujo de corriente a través de los devanados de retención de corriente y los devanados de toma de corriente están en la misma dirección, lo cual causa que disminuya la fuerza magnética de los devanados de retención de corriente. Los contactos del solenoide están abiertos. El émbolo y el embrague de sobrefuncionamiento son llevados hacia atrás a su posición original por acción de la fuerza de retorno del resorte. El inducido para y el motor se DESCONECTA.

Sistemas en serie-paralelo

Las máquinas con motores diesel más grandes requieren motores de arranque que produzcan más potencia para proporcionar una adecuada velocidad de giro al motor. Para alcanzar esto, en algunos motores se usa un motor de arranque de 24 voltios. El usar 24 voltios permite que el motor de arranque produzca la misma potencia con menos flujo de corriente.

En un sistema en serie-paralelo el motor de arranque opera con 24 voltios pero el resto del sistema eléctrico de la máquina opera con 12 voltios. Se usa un interruptor especial del circuito en serie-paralelo usa para conectar dos o más baterías en paralelo para operación de carga y accesorio normal, y luego conecta en serie el motor de arranque en el arranque. Se prefieren accesorios de 12 voltios debido a que son menos costosos que las luces y los accesorios de 24 voltios.

Sistemas eléctricos de 12/24 voltios

En otro sistema de este tipo, el motor de arranque se conecta en serie con dos baterías de 12 voltios, y el alternador carga entonces con 24 voltios.

Pruebas del sistema de arranque

Las pruebas exactas del motor de arranque comienzan con la comprensión de cómo funciona el sistema. Si su conocimiento de la operación es completo, usted puede determinar por lógica las posibles fallas a través de inspección visual y de las pruebas de sistema eléctrico.

Inspección, localización y solución de problemas

Es necesario un procedimiento metódico de la inspección, localización y solución de problemas para evitar el reemplazo de piezas buenas o la reparación innecesaria de componentes en buen funcionamiento.

Verifique la queja

Opere el sistema usted mismo para ver cómo funciona. Los problemas del sistema de arranque generalmente están dentro de las siguientes categorías:

- El motor de arranque gira, pero el motor no arranca
- El arranque es muy lento
- El motor no gira
- El motor de arranque hace mucho ruido.

No gire el motor de arranque por más de 30 segundos. Permita que se enfríe el motor de arranque entre cada período de giro para prevenir daños.

NOTA: Consulte el artículo de la Información Técnica "Límites del tiempo de arranque del motor", marzo 27 de 1989.

Defina el problema

Determine si el problema es mecánico o eléctrico. Por ejemplo, si el motor de arranque gira pero no arranca el motor, el problema principalmente es mecánico ya que parece que el mando no se conecta.

Los problemas mecánicos pueden corregirse reparando el componente o reemplazando las piezas requeridas.

Los problemas eléctricos requieren pruebas adicionales para determinar la causa de la falla y si se requiere la reparación.

Separe el problema

Ya sea un problema mecánico o eléctrico, usted tendrá que probarlo de modo que pueda hacer las reparaciones en esta forma rápida y exacta.

Los pasos por seguir en la prueba y separación del circuito son:

1. Pruebe la batería para determinar si está cargada completamente y es capaz de producir la corriente necesaria
2. Pruebe el cableado y los interruptores para determinar si están en buenas condiciones de operación
3. Si el motor, la batería y los cables están bien, pero el motor de arranque no está operando correctamente, la falla debe estar en el propio motor de arranque.

Inspección visual

Comience todas las pruebas del sistema de arranque con una cuidadosa inspección visual. Revise en busca de:

- Terminales de batería flojos o corroídos

- Desgaste o separación de los cables de la batería

- Conexiones de solenoide o relé corroídos

- Solenoide o relé del motor de arranque dañados

- Aisladores rotos o partidos en el relé de arranque

- Motor suelto o chasis a tierra

- Interruptores de seguridad en neutral dañados

-Interruptor de encendido o mecanismos accionadores dañados

- Motor de arranque suelto.

Prueba de la batería

Continúe la inspección con una prueba completa y mantenimiento de la batería.

Realice todas la pruebas necesarias para verificar que la batería opera en buenas condiciones. Una salida de voltaje de la batería correcta es vital para la operación del sistema de arranque y un correcto diagnóstico del sistema.

Pruebas al sistema de arranque

Deben realizarse primero las pruebas al motor de arranque en la máquina para determinar si el motor de arranque debe quitarse para pruebas más a fondo. Estas pruebas incluyen:

- Voltaje del sistema de arranque durante el arranque

- Corriente durante el arranque

- Caídas de voltaje durante el arranque

- Giro del motor

- Inspección del piñón del motor de arranque y la corona del volante.

Las pruebas en banco determinan si el motor de arranque debe repararse o reemplazarse. Las pruebas en banco incluyen una prueba sin carga y pruebas a los componentes del motor de arranque.

Nombre_____

Copia del Estudiante: Práctica de Taller 4.3.1

PRUEBA DEL SISTEMA DE ARRANQUE
PRÁCTICA DE TALLER 4.3.1

Objetivo del Taller: Dados una máquina, un multímetro y un amperímetro de inserción, realizar las pruebas del sistema de arranque.

Herramientas:

1. Multímetro 9U7330 o su equivalente
2. Amperímetro de inserción 8T0900 o su equivalente
3. Manual de Servicio correspondiente de la máquina en prueba.

Indicaciones: Determine si el problema de arranque está relacionado con la batería o el motor de arranque, realizando las siguientes pruebas.

1. Mientras arranca el motor, mida el voltaje de la batería en los bornes de la batería. Registre el resultado _____ voltios. (No mida el voltaje de la batería en las abrazaderas de los bornes, coloque los cables del medidor en los bornes de la batería).
2. Consulte el Manual de Servicio correspondiente para las especificaciones del voltaje de la batería: Registre la especificación del Manual de Servicio: _____ voltios.
3. Si el voltaje de la batería está dentro de las especificaciones, continúe con el paso siguiente. Si el voltaje no está dentro de las especificaciones, realice una prueba de carga de la batería y determine la condición de la batería.
4. Conecte un amperímetro de inserción 8T0900 alrededor del cable positivo de la batería. Arranque el motor mientras observa el comportamiento de la corriente en el sistema.
5. Consulte el Manual de Servicio correspondiente para las especificaciones de corriente. Registre la especificación del Manual de Servicio: _____ amperios.
6. Si la corriente observada excede la especificación, el motor de arranque está en cortocircuito o a tierra.

NOTA: Las pruebas eléctricas restantes deben realizarse para determinar con exactitud el problema del motor de arranque, una vez que se haya determinado que el arranque y la batería funcionan normalmente. Estas pruebas le ayudarán a detectar otros problemas eléctricos relacionados.

7. Mida la caída de voltaje desde el terminal del solenoide del motor a la tierra del motor de arranque. Registre los resultados abajo.

   Especificación de la caída de voltaje (Manual de Servicio de la máquina de referencia) _____voltios

   Voltaje medido _____voltios

8. Mida la caída de voltaje del borne positivo de la batería al borne positivo del motor de arranque. Registre los resultados abajo.

Especificación de la caída de voltaje (Manual de Servicio de la máquina de referencia) _____ voltios

Voltaje medido _____voltios

9. Mida la caída de voltaje del borne negativo de la batería al borne negativo del motor de arranque. Registre los resultados abajo.

   Especificación de la caída de voltaje (Manual de Servicio de la máquina de referencia) _____ voltios

   Voltaje medido _____voltios

10. Mida la caída de voltaje a través del interruptor de desconexión (si existe). Registre los resultados abajo.

    Especificación de la caída de voltaje (Manual de Servicio de la máquina de referencia) _____voltios

    Voltaje medido _____voltios

11. Mida la caída de voltaje a través de los contactos del relé. Registre los resultados abajo.

    Especificación de la caída de voltaje (Manual de Servicio de la máquina de referencia) _____voltios

    Voltaje medido _____voltios

12. Mida la caída de voltaje a través de las conexiones del solenoide. Registre los resultados abajo.

    Especificación de la caída de voltaje (Manual de Servicio de la máquina de referencia) _____voltios

    Voltaje medido _____voltios

13. ¿Los voltajes encontrados en los pasos 6 a 8 están dentro de las especificaciones? _____

NOTA: Si los voltajes de arriba de las pruebas realizadas son demasiado altos, el problema generalmente está asociado con cables rotos, corrosión excesiva o conexiones en mal estado.

Si aún falla el motor de arranque, realice las siguientes pruebas adicionales.

14. Gire el motor a mano para asegurarse de que no está trabado. Revise la viscosidad del aceite y las cargas externas que puedan estar afectando el giro del motor.

15. Si el motor de arranque no gira, revise en busca de engranajes de la corona o piñón bloqueados.

Nombre_____

Copia del Estudiante: Práctica de Taller 4.3.2

PRUEBA DEL MOTOR DE ARRANQUE SIN CARGA
PRÁCTICA DE TALLER 4.3.2

Objetivo del Taller: Dadas dos baterías de 12 voltios, un multímetro y un amperímetro de inserción, realice una prueba del motor de arranque sin carga.

Herramientas:

1. Multímetro 9U7330 o su equivalente
2. Amperímetro de inserción 8T0900 o su equivalente
3. Manual de Servicio correspondiente del motor de arranque en prueba
4. Interruptor de prueba (SPST)
5. Indicador de las RPM o tacómetro Phot

Indicaciones: Realice la prueba sin carga usando el Manual de Servicio y los siguientes procedimientos.

1. Conecte una batería de 12 voltios completamente cargada (dos baterías de 12 V para el sistema de 24 voltios) al motor de arranque, como se muestra en el Manual de Servicio. Conecte el cable positivo de la batería al terminal "BAT" del solenoide del motor de arranque. Conecte el cable negativo de la batería al terminal negativo del motor de arranque.

2. Conecte un interruptor abierto entre el terminal “S" y el terminal "BAT" del solenoide.

3. Conecte el cable rojo del multímetro al terminal "MTR" del solenoide. Conecte el cable negro al terminal negativo del motor de arranque.

4. Use un indicador de las rpm o tacómetro de Phot para medir la velocidad de la armadura.

5. Cierre el interruptor. Registre los resultados abajo.

   Especificación de prueba sin carga (Manual de Servicio de la máquina de referencia) _____ amperios

   Voltaje medido: _____ voltios
   Corriente medida: _____ amperios
   Velocidad medida: _____ rpm

Indicaciones: Analice los resultados de la prueba. Use la siguiente lista de causas probables para determinar la causa principal del problema.

6. Velocidad baja y corriente alta indican:
   a. Demasiada fricción que puede deberse a:
      - Cojinetes apretados, sucios o desgastados
      - Inducido convexo
      - Zapatas polares de campo sueltas que permiten que el inducido arrastre
   b. Inducido más corto
   c. Inducido o devanado de campo a tierra

7. Falla al operar con corriente alta indica:
   - Tierra directa en el terminal o en los devanados de campo
   - Cojinetes congelados

8. Falla al operar sin corriente indica:
   - Devanados de campo abiertos
   - Inducido abierto
   - Resortes de escobillas rotos

9. Velocidad baja y corriente baja indican:
   - Resistencia interna alta

10. Velocidad alta y corriente alta indican:
    - Cortocircuito de campo
    - Pruebas del componente del motor de arranque

11. Escriba una breve explicación para describir las pruebas realizadas arriba. También, explique el diagnóstico o causa principal sugerida del problema_____
    _____

Los siguientes talleres mostrarán las pruebas que deben realizarse a los componentes del motor de arranque después de probar el sistema de arranque de la máquina y de completar la prueba del motor de arranque sin carga (fuera de la máquina).

Nombre_____

PRUEBA ESTÁTICAS DEL MOTOR DE ARRANQUE
PRÁCTICA DE TALLER 4.3.3

Copia del Estudiante: Práctica de Taller 4.3.3

Objetivo del Taller: Dados un motor de arranque, un multímetro y una regla, realizar las mediciones estáticas de los devanados de campo, inducido y escobillas.

Herramientas:

1. Multímetro 9U7330 o su equivalente
2. Regla
3. Manual de Servicio correspondiente para el motor de arranque en prueba.

Indicaciones: Desarme el motor de arranque y realice las siguientes pruebas estáticas

Prueba No. 1: Prueba de tierra de los devanados de campo

a. Coloque el multímetro en la escala de 20 M ohmios.

b. Permita el contacto de los cables del medidor con cada cable de devanado de campo y la caja del motor de arranque. Registre los resultados abajo.

Cada lectura debe ser mayor de 100.000 ohmios.
Resistencia medida: _____ ohmios

c. Ponga en contacto un cable del medidor con el cable del terminal "MTR" y el otro cable con la caja del motor de arranque. Registre las lecturas abajo.

Cada lectura debe ser mayor de 100.000 ohmios.
Resistencia medida: _____ ohmios

Si alguna de las lecturas es menor de 100.000 ohmios, ¿qué indica?_____
_____

Prueba No. 2: Prueba de continuidad de los devanados de campo

a. Coloque el multímetro en la escala de lectura de ohmios.

b. Ponga en contacto un cable del medidor con cada cable del devanado de campo y el otro con el cable terminal "MTR". Registre las lecturas abajo.

Cada lectura debe estar entre 0 y 0,1 ohmio.
Resistencia medida: _____ ohmios

Si alguna de las lecturas es menor de 0,1 ohmio, ¿qué indica?_____
_____

Prueba No. 3: Prueba de cortocircuito del inducido

a. Coloque el inducido en el probador de cortocircuitos y conecte el probador.

b. Mantenga una hoja de segueta contra el núcleo del inducido mientras gira lentamente el inducido

c. La hoja no debe vibrar ni ser atraída por el núcleo del inducido.

Si la hoja vibra o es atraída por el núcleo, ¿qué indica? _____
_____

Prueba No. 4: Prueba de tierra del inducido

a. Coloque el multímetro en la escala de 20 M.

b. Ponga un cable del medidor en cada barra del conmutador y el otro cable en el núcleo del inducido.

Cada lectura debe ser mayor de 100.000 ohmios.

Si alguna de las lecturas medidas es menor de 100.000 ohmios, ¿qué indica?_____
_____

Prueba No. 5: Verificación del portaescobillas

a. Coloque el multímetro en la escala de lectura de ohmios.

b. Ponga un cable del medidor en cada portaescobillas positivo y el otro cable en la plancha del portaescobillas. Verifique ambos portaescobillas positivos. Registre sus resultados abajo.

Cada lectura debe ser mayor de 100.000 ohmios.
Resistencia medida: _____ ohmios
_____ ohmios

Si alguna de las lecturas medidas es menor de 100.000 ohmios, ¿qué indica?_____
_____

Prueba No. 6: Verificación de la longitud de la escobilla

Mida la longitud de la escobilla para verificar el desgaste.

Especificación de la longitud de la escobilla (Manual de Servicio) _____mm
Longitud medida: _____ mm